10 4 11

AS
162
M73
1911
no. 3

3 3

MARS 1911. N° 3

BULLETIN MENSUEL

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES

ET LETTRES

de MONTPELLIER

LIBRARY
MAY 2 0 1955
UNIVERSITY OF TORONTO

MONTPELLIER
IMPRIMERIE COOPÉRATIVE OUVRIÈRE
14, Avenue de Toulouse, 14

1911

Adresser les manuscrits et épreuves au

Secrétaire Général, M. CHARMONT

(Villa Chambéry) Chemin de Nazareth, MONTPELLIER

Mars 1911 N° 3

BULLETIN MENSUEL

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES

de MONTPELLIER

SOMMAIRE

Section des Lettres. — *Séance du 12 décembre 1910 :* Désignation d'une Commission. — Communication de M. Thomas sur un livre de comptes du Dr Amoreux.

Réunions générales de l'Académie.— *Séance du 30 janvier 1911 :* Rapport de M. Jules Castelnau sur la situation financière.

Séance du 27 février 1911 : Election de deux membres titulaires.— Communication de M. de Saporta sur les commentaires d'un voltigeur à l'armée de Crimée.

Peut-on mettre en équations le vol par battements ? par M. le Dr Amans.

Section des Lettres

Séance du 12 décembre 1910

Présidence de M. Valéry, président.

Présents: MM. Glaize, Grasset-Morel, de Saporta. Charmont, Thomas, Héraud, E. Bonnet, Valéry, Fabrège, M. Bonnet.

MM. Glaize, Grasset-Morel, de Saporta sont désignés pour composer la commission qui devra faire un rapport à la section sur les titres des candidats à la place laissée vacante par le départ de M. Malavialle.

La parole est donnée à M. Thomas pour sa communication sur un livre de comptes du docteur Amoreux.

Ce registre est intéressant par les renseignements qu'il donne sur les honoraires des médecins à la fin du XVIII[e] siècle, sur le prix de diverses denrées, sur la manière de vivre de la bourgeoisie à cette époque, sur les goûts artistiques de ce praticien.

Le prix moyen des visites en ville était de 3 livres ; dans les villages des environs, 6 livres ; dans les villes de la région, le montant des honoraires peut s'élever à plusieurs centaines de livres. Parfois, les payements sont faits en nature, *munera*, pains de sucre, une charge de sarment, de la viande, un tonneau, des olives, du vin, etc. Le docteur Amoreux possédait une maison, achetée en 1761 et située sur l'Esplanade, dont il louait le rez-de-chaussée à

un cercle au prix de 225 livres par semestre. Membre de la Société royale des sciences et lettres, il note soigneusement le produit des jetons qu'il y touche. Des biens qu'il possédait à Beaucaire et qu'il faisait régir par son beau-frère lui procuraient des revenus assez importants. Il recevait encore un traitement comme bibliothécaire de la bibliothèque fondée à Saint-Eloi par le professeur Haguenot.

Aussi le voit-on faire des placements importants dont le produit fut singulièrement restreint par la Révolution.

Chaque année, il avait coutume de faire, soit à la foire de Beaucaire, soit à Montpellier, des provisions de charcuterie. Chaque jour il remettait à sa femme la somme strictement nécessaire pour les besoins du ménage, ce qui s'élevait chaque mois au total à 35 livres environ. Il payait d'ailleurs, à part, la « taille » du pain qui atteignait chaque mois une trentaine de livres.

Jamais on ne relève une dépense de luxe. Au mois de janvier 1782, Amoreux offre cependant à son épouse une tabatière du prix de 18 livres.

Cependant, il aimait les bibelots, achetant des tableaux, des faïences, etc. Son jardin l'entraînait aussi à d'autres dépenses. L'éducation de ses enfants exige des déboursés relativement peu importants. Chaque année, le jour de la Saint-Louis, il payait sa quote-part, 7 livres 10 sols, pour le repas qui réunissait à cette date les membres de la Société royale.

M. le Président remercie M. Thomas de son intéressante communication.

La séance est ensuite levée à 6 h. 50 du soir.

Réunions générales de l'Académie

Séance du lundi 30 janvier 1911

La séance est ouverte à 5 h. 1/2 sous la présidence de M. le professeur Puech, président.

Après lecture et approbation des procès-verbaux des sections et du procès-verbal de la dernière réunion générale, le secrétaire général donne communication de la correspondance.

M. Planchon exprime le désir que les secrétaires des sections soient invités à adresser leurs procès-verbaux au secrétaire général, lorsqu'ils ne doivent pas assister eux-mêmes à la séance.

L'ordre du jour appelle l'examen de la situation financière et du buget de l'année courante.

M. Jules Castelnau, trésorier, donne lecture du rapport ci-après :

Relevé des Recettes et des Dépenses

Exercice 1910

Recettes :

Le solde en caisse au 31 décembre 1909, était de..	Fr.	3.270 05
Il a été encaissé au cours 1910 :		
Arrérages sur titres de rente	—	488 »
Cotisations des membres.....	—	2.622 »
Vente des mémoires.....	—	12 70
Faisant au total.....	Fr.	6.392 75

Dépenses :

Traitements.....	Fr.	900 »		
Frais divers	—	133 85		
Assurance incendie.....	—	48 40		
Prix Lichtenstein	—	300 »		
Frais bibliothèque	—	394 »		
Frais du Bulletin.....	—	869 »		
Autres impressions.....	—	1.489 70		
Soit au total.....			Fr.	4.134 95
Laissant ainsi un reliquat de			Fr.	2.257 80
d'où il y a lieu de déduire, payés en janvier 1911, mais imputables à l'exercice 1910 : note du relieur.....	Fr.	305 20		
Frais du mémoire de M. Planchon.	—	6 50		311 70
Solde réellement disponible au 31 décembre 1910.....			Fr.	1.946 10

Prévisions pour l'Exercice 1911

Solde disponible		Fr.	1.946 10
Recettes probables :			
Arrérages titres de rente		—	488 »
Cotisations environ		—	2.500 »
Au total		Fr.	4.934 10
Dépenses ordinaires :			
Traitements	Fr. 900 »		
Frais divers	— 200 »		
Prix à prévoir	— 400 »		
Impressions en cours	— 100 »		
A prévoir :			
Crédit pour reliures	Fr. 300 »		
Pour le Bulletin	— 1.000 »		
Au total		Fr.	2.900 »
Disponible		Fr.	2.034 10

soit 2.000 francs à répartir entre les sections pour impressions.

La fortune de l'Académie n'a pas varié. Elle se compose de :

398 fr. rente 3 °/₀, soit au cours ..... Fr. 12.926 70
90 fr. — 3 °/₀, amortissable ..... — 2.925 »

et d'un livret de la Caisse d'épargne postale arrêté au 10 janvier 1908 en fr. 1.405 98 ;

Sur le legs Jaumes, il a été payé dans le courant de l'année

à M. Delanoë	Fr. 1.425 »		
à M. Marcel Lisbonne	— 475 »	Fr.	1.900 »

Il a été encaissé 957 fr. 45 d'intérêts ou d'arrérages. La somme disponible à ce compte est ainsi de 959 fr. 75.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées à l'unanimité.

M. le Président remercie M. Jules Castelnau au nom de l'Académie.

La séance est levée à 6 h. 15.

Séance du lundi 27 février 1911

La séance est ouverte à 5 h. 1/2 sous la présidence de M. le professeur Puech, président.

Après lecture et approbation des procès-verbaux des sections et du procès-verbal de la dernière réunion générale, le secrétaire général donne communication de la correspondance. M. le docteur Poujol, récemment nommé professeur à la Faculté de médecine d'Alger, adresse sa démission de membre titulaire, et devient membre correspondant.

Conformément à l'ordre du jour, il est procédé à l'élection de deux membres titulaires en remplacement de MM. Sabatier et Malavialle. A l'unanimité des membres présents M. le docteur Derrien est nommé membre de l'Académie dans la section des sciences, et M. l'abbé Halle est élu pour la section des lettres.

La parole est donnée à M. de Saporta, qui lit à l'Académie quelques passages des *Commentaires d'un voltigeur à l'armée de Crimée*, travail qu'il a rédigé en collaboration avec M. de Bonnerive, chef de bataillon en retraite, bien connu dans le monde des lettres sous le pseudonyme de Georges de Lys.

Ces souvenirs ont été écrits sous la dictée d'un brave Cévenol illettré, Pierre Meinier, récemment décédé à Montpellier où il s'était retiré pour finir ses jours dans de peu heureuses conditions. Né en 1832, Meinier, à la suite de son tirage au sort, fut classé dans la réserve, mais il ne tarda pas à être appelé à l'activité lors de la guerre avec la Russie. Incorporé au 18e de ligne et envoyé en Crimée, Meinier fit bravement son devoir, méritant même la croix qui ne lui fut retirée qu'à la suite d'une curieuse confusion d'homonymie. Ses récits de combats sont très vivants. Entremêlés de détails, insignifiants isolément, mais dont l'ensemble reconstitue l'existence en campagne des troupiers de jadis, ils font revivre devant nous des héros obscurs et inconscients, des chefs de

corps aussi courageux à l'action que bons pour leurs hommes, qu'ils protègent à l'occasion contre des chefs subalternes moins parfaits et dont les rares défaillances occasionnelles sont strictement exposées dans le récit, ainsi que celles de la garde impériale, troupe d'élite cependant, dont notre voltigeur refuse de faire partie en quittant son cher 18e et son bon colonel. Meinier n'en veut nullement aux Russes : il insiste sur la parfaite courtoisie qui présidait à ce formidable duel, hélas ! si différent de la lutte brutale que nous dûmes soutenir quinze années plus tard.

Rentré en France, Meinier va goûter dans les garrigues de Lunel un repos bien mérité auquel l'arrache la guerre d'Italie. Cette seconde partie de ses commentaires n'a pas été rédigée : elle présentait un moindre intérêt, Meinier n'ayant pas eu l'occasion de brûler une amorce contre les Autrichiens. A l'expiration de sa septième année de service, Meinier, sa dette largement payée, rentre dans la vie civile sans vouloir se rengager. Son témoignage n'est d'ailleurs nullement défavorable aux soldats de de métier, à ces remplaçants, dont certains mémorialistes militaires ont tracé un tableau beaucoup trop poussé au noir (1).

M. le Président remercie M. de Saporta de sa communication, écoutée avec un très vif intérêt. La séance est levée à 6 h. 30.

---

(1) L'un d'eux, que Meinier a dû certainement connaître, n'est autre que le zouave Jacob, peut-être encore vivant à l'heure qu'il est, et dont tous les journaux illustrés ont publié le portrait il y a deux ans.

Meinier n'avait conservé aucun souvenir du célèbre lieutenant de Mercy dont la mystérieuse affaire passionna toute l'opinion publique en 1858.

Peut-on mettre en équations le vol par battements ?

Le problème a été abordé par des mathématiciens éminents ; aucun ne peut se flatter d'avoir donné des formules justes, pratiques ; le mieux qu'on puisse dire de certaines est qu'elles s'éloignent moins de la vérité que d'autres. Les hypothèses sont devenues moins fantaisistes, et on tient compte dans une certaine mesure des données physiologiques et des expériences d'aérodynamique. On est assagi par la mésaventure de Navier, soutenant contre toute évidence que 13 hirondelles dépensent un cheval-vapeur. On ne s'imagine plus comme Babinet qu'un oiseau de poids P est un caillou, tombant de 4 m. 90 dans une seconde, en vertu des lois de la pesanteur, ce qui donnerait un travail en kilogrammètres de $P \times 4{,}90$. On commet aujourd'hui des erreurs moins grossières, mais erreurs quand même, parce que nous connaissons mal les lois de la résistance dans ce cas particulier. Il n'est pas sûr, du reste, si nous les connaissions mieux, que les ressources du calcul aboutissent à une solution satisfaisante. On n'a pas réussi pour l'hélice, qui est cependant un cas beaucoup plus simple [1] ; on se contente pour celle-ci de formules empiriques ; ces

[1] Voir la critique que j'ai faite à ce sujet dans l'ouvrage récent de Noalhat Navigation aérienne et navigation sous-marine. Paris, chez Geissler, 1910.

formules ont certaine valeur pratique, pour des hélices de même forme.

Peut-on établir des formules empiriques pour l'aile battante, où on tiendrait compte du *nombre de battements, de l'amplitude, de l'envergure, de la surface, du poids total, de la vitesse de translation ?* Nous pouvons, pour simplifier, éliminer ce dernier facteur, ce qui équivaut à étudier le vol sur place ; c'est un peu l'analogue du cas de l'hélice au point fixe. C'est quand même un cas différent, car dans l'hélice au point fixe le centre de gravité du système tournant est immobile dans l'espace, tandis que même chez la Mouche, *une artiste du point fixe*, le centre de gravité doit éprouver un petit balancement. Le balancement est très net chez les oiseaux, et ce genre de vol leur est très pénible ; les battements sont plus fréquents et d'une plus grande amplitude que dans le vol à tire-d'ailes. Tous les oiseaux ne sont pas capables d'exécuter le vol sur place, mais on peut chez tous considérer le vol sur place comme une phase très courte du *vol à l'essor*, admettre que ce vol est presque vertical, négliger par suite la vitesse de translation.

Ce dernier facteur mis de côté, nous allons chercher s'il est possible d'établir une relation empirique entre les autres facteurs.

Relations entre le poids et la surface

Nous connaissons depuis longtemps des tables donnant le rapport entre le poids de l'animal et la surface. Si on ne tient compte que de la surface maximum des ailes en projection horizontale, on a par exemple pour le rapport (1) $\frac{\text{S (suface en m}^2\text{)}}{\text{P (poids total)}}$.

Colibri	4 °/₀
Oie sauvage	6 °/₀
Albatros	8 °/₀
Condor	11 °/₀
Pigeon	13 °/₀

Les tables de Mouillard donnent le rapport $\frac{S}{P}$ chez un très grand nombre d'espèces, mais il faut observer que Mouillard donne pour S la projection horizontale maximum de l'animal tout entier, ailes et corps compris. En comptant de cette façon nous aurions des chiffres différents de ceux inscrits plus haut. Ainsi chez un

Flamant, tué à Palavas, je trouve 8 °/₀ si S représente la projection des ailes seulement, et 10 °/₀ si on y ajoute celle du corps.

Il est, je crois, préférable d'éliminer cette dernière, et de tenir compte seulement de la surface des ailes ; ce rapport est en somme établi pour comparer la force de sustentation par unité de surface, et ce sont surtout les ailes qui sustentent [1].

Certains auteurs, considérant les animaux comme des solides géométriques, font remarquer que les surfaces sont proportionnelles aux carrés, et les volumes, par suite les poids, aux cubes des dimensions. Il est donc plus rationnel, au lieu du rapport $\frac{S}{P}$ de chercher le rapport (2) $\frac{\sqrt[2]{P}}{\sqrt[3]{S}}$ ainsi que l'a fait Harting.

J'ai vérifié moi-même que ce rapport est plus rationnel, s'il s'agit d'animaux semblables de forme, comme la Mouette et le Goëland ; dans ce cas, le rapport est le même. Mais il ne faut pas perdre de vue que les densités varient suivant les espèces ; les chiffres calculés par Harting varient suivant le genre de vol, et aussi suivant la densité, facteur négligé par Harting. Ce rapport masque en outre : 1° l'influence de l'envergure, ou plus exactement de la longueur de l'aile, comptée à partir de l'articulation basilaire jusqu'à la pointe distale ; 2° le rapport de la largeur de l'aile à la longueur, ou *oblong*. Les deux facteurs (longueur de l'aile et oblong) sont très importants pour l'aile planeuse, à fortiori pour l'aile battante.

Harting a cependant compris l'importance de la longueur ; il l'a fait figurer dans d'autres rapports tels que

$$(3)\ \frac{\text{L' (longueur de l'aile)}}{\sqrt[3]{P}}$$

et encore

$$(4)\ \frac{L}{\sqrt[2]{S}}$$

---

[1] Le maximum de résistance, sur la face ventrale de la Mouette, queue non étalée, est le 1/4 environ de la résistance orthogonale sur les deux ailes.

Un autre inconvénient des rapports de Harting est qu'il faut des tables séparées pour les Insectes, les petits oiseaux, et les grosses espèces. Si on voulait représenter par une même courbe la surface (ordonnée) en fonction du poids (abcisse), il faudrait une feuille à dessin de dimensions extraordinaires : les poids varient de 1 mmg. à 12 kilog. ! C'est évidemment pour avoir une courbe plus réduite que Müllenhof (1) a imaginé de prendre les logarithmes des rapports de Harting $\frac{\sqrt[2]{S}}{\sqrt[3]{P}}$.

$$(5)\ \log.\ \frac{\sqrt[2]{S}}{\sqrt[3]{P}} = k.$$

Le logarithme de ce rapport varie de 0.2 (Dytique, Perdrix) à 0.8 (vol à voile). Voici du reste les divisions établies par Müllenhof, d'après les valeurs de ce rapport.

1° 0.25 à 0.5. — Vol assez rapide de courte durée (Dytique, Foulque, Caille, Perdrix) ;

0.6 { 2° type *Faisan* (Lucane, Paon, Tetras, Faisan).
0.6 { 3° type *Moineau* (Passereau, Colombe, Bécasse) ;
0.6 { 4° type *Hirondelle ;*

5° 0.7. — Type *Corneille*, à planements nombreux et prolongés ;

6° 0.8. — *Vol à voile* (Milan, Vautour, Aigle).

Le chiffre des unités de S représente des décimètres carrés, celui des unités de P des kilogr.

Müllenhof n'a pas essayé de représenter par une courbe les variations de surface en fonction du poids. Ce n'est pas possible, puisque dans la formule

$$(5)\ \log.\ \sqrt[2]{S} = \log.\ \sqrt[3]{P} + k.$$

la valeur du rapport k est très variable pour des animaux de même poids, suivant que l'un est un batteur, et l'autre un voilier. On obtiendrait ainsi pour une même abcisse log. $\sqrt[3]{P}$ une série

---

(1) Lorsqu'a paru le travail de Müllenhof, j'en ai adressé un résumé au professeur Marey. Celui-ci l'a publié dans le *Vol des oiseaux*, p. 82. Paris. 1889.

d'ordonnées différentes. Tout ce qu'on peut faire des points ainsi obtenus est de réunir par une ligne continue les points les plus hauts et les plus bas : on obtient ainsi une zone renfermant toutes les valeurs de log. $\sqrt[3]{S}$.

Dans un travail récent, M. Camus a construit une telle zone, mais en prenant comme ordonnées les log. de S, et comme abcisses les log. de P. Il délimite cette zone par deux droites ; si on transforme ces valeurs maximum et minimum en coordonnées cartésiennes, on obtient une zone délimitée en haut et en bas par les courbes

$$(6)\ S = 29\ P^{0.65}$$
$$(8)\ S = 8.5\ P^{0.85}$$

La courbe moyenne serait (7) $S = 14.5\ P^{0.75}$ C'est en somme une formule empirique peu différente de celle de Harting,

$$(2)\ S = \alpha\ P^{0.66}$$

La seule conclusion originale de ce travail est qu'aucun être ailé et volant ne pourrait peser plus de 200 kg., sous prétexte que les 2 courbes susdites (6) et (8) se rencontrent lorsque le poids atteint 200 kg. C'est une conclusion très discutable. La zone construite avec 25 oiseaux ne saurait représenter toute la série animale, la faune actuelle et la faune disparue ; celle-ci renferme justement des types géants, dont nous ignorons poids et surface. L'*Ornithostoma ingens* avait une envergure de 7 m. ; Langley dit que son poids devait être 13 kg. 5 (?) tandis que je l'estimerais à 130 kg. environ, si son vol était semblable à celui de la grande Roussette [1]. Nos évaluations sont plus ou moins fantaisistes.

L'évaluation de l'Ornithostoma est basée sur la formule [1]

$$(2)\ P = 0.003\ L^3$$

qui est une variante de la formule (2) de Harting (P en kilog., L en décimètres). Ce coefficient 0.003 est le même pour le Balbuzard, le Hibou, la Roussette, le Pélican gris, la Mouette, c.-à.-d. pour des

---

[1] J'ai employé cette formule dans mes essais anémométriques et dynamométriques sur les hélices.

Voir encore *Zooptères*, page 46. Paris 1909.

animaux ayant un vol très différent. Qu'il s'agisse de cette formule, de celle de Müllenhof, ou de toute autre dérivée de celle de Harting, on s'expose à grouper sous le même coefficient des types disparates ; nous avons vu de même plus haut Müllenhof former trois séries ayant même coefficient, et ces séries renferment des types comme le Lucane, le Faisan, le Pigeon, l'Hirondelle. Ces groupements ne sont pas naturels, parce que les formules ne tiennent pas compte du battement ; elles s'appliquent assez bien aux voiliers, mais non aux rameurs [1].

Influence du battement

Dans un travail déjà ancien[2], *Legal et Reichel* ont étudié les rapports entre le poids du corps et la résistance aérienne sur les ailes, qu'ils formulent $S\,L'^2$, S étant la projection horizontale maximum des deux ailes, et L' le rayon du « centre de résistance ». Suivant en cela l'exemple de Prechtl, ils supposent toute la surface concentrée en ce point, et celui-ci animé d'une certaine vitesse, dont le carré est un $\varphi\,(L'^2)$. Pour comparer la résistance à la dimension linéaire, il faudra prendre la racine 4me de la résistance, et la comparer à la racine cubique du poids. Ils appellent *chiffre alaire* le rapport

$$(9)\qquad \frac{\sqrt[4]{S\,L'^2}}{\sqrt[3]{P}} = m$$

Il semble à première vue que les auteurs se sont préoccupés du battement, mais si on exprime L' et S en fonction de la longueur d'aile L, il est facile de voir que cette formule (9) n'est en somme qu'une variante de la formule (2). Elle a l'inconvénient de tabler sur une longueur théorique L' tout à fait arbitraire. J'ai montré les variations du centre vélique sur une aile desséchée en fonc-

---

[1] *Bulletin de l'Acad. sc. et lettres.* Montpellier, n° 4, 1910.

[2] Über die Beziehungen der Flugmusculatur, etc. par Legal et Reichel. Breslau, 1888.

tion de l'incidence, mais personne ne connaît ses déplacements dans une aile battante. Il est probable que la longueur L' varie dans les différentes positions de l'aile ; il ne faut pas en faire une constante dans le chiffre alaire. Celui-ci est muet sur le nombre, l'amplitude des battements ; aussi bien les auteurs avouent n'avoir pu tirer aucune règle générale de leurs tableaux.

Si l'on considère que l'aile est une surface flexible, extensible, que pendant le vol S et L' changent, et que S change non seulement sa superficie, mais ses courbures, on peut conclure à l'impossibilité d'établir une relation exacte entre les divers éléments de la question. Mais, à défaut de relation exacte, on peut essayer une relation empirique de même forme que celle de l'hélice. Qu'une pale tourne autour d'un axe unique comme dans les hélices aériennes, ou autour de plusieurs axes comme l'aile animale, la trajectoire d'un point quelconque est dans les deux cas proportionnelle à sa distance à l'axe. Cette analogie nous autorise à essayer la formule

$$(10)\quad A = a\, n^2\, D^4 :$$

A Poussée axiale de la pale en kilog.
n Nombre de tours à la seconde
D Envergure en mètres

Je poserai d'abord :

$$(11)\quad P = \alpha\, L^4 :$$

P Poids total en kilog.
L Longueur proximo-distale de l'aile en mètres

Voici quelques valeurs de α chez un certain nombre d'animaux volants :

	α	L	P
*Libellule[1]	112	0 m. 048	0 kg. 0006
Moineau	221	0 m. 105	0 kg. 027
*Pigeon	66	0 m. 26	0 kg. 300

[1] J'ai fait figurer un seul insecte dans ce tableau : c'est un système à 4 ailes. Je traiterai ce sujet à part, en publiant mes expériences aérodynamiques sur les *Tétraptères*.

Les oiseaux marqués d'un astérique ont été mesurés dans mon laboratoire ; pour les autres, j'ai utilisé des chiffres de Mouillard.

Dinde	96	0 m. 42	3 kg. 000
Roussette	18	0 m. 23	0 kg. 053
Oie sauvage	11.3	0 m. 65	2 kg. 020
Hibou	9.8	0 m. 42	0 kg. 305
*Mouette	7.5	0 m. 40	0 kg. 200
	7.7	0 m. 42	0 kg. 240
*Goëland	6.2	0 m. 60	0 kg. 815
*Flamant	6.0	0 m. 82	2 kg. 750
Balbuzard	4.7	0 m. 72	1 kg. 270
Vautour	3.6	1 m. 20	7 kg. 500
Oricou	3.0	1 m. 28	8 kg. 152
Cigogne	2.1	1 m. 00	2 kg. 140
Pélican gris	1.9	1 m. 35	6 kg. 625

Pour appliquer ces coefficients, prenons par exemple une Mouette ayant 40 cm. de longueur d'aile. Son poids sera $7.5 \times 0.4^{4} = 200$ gr.

Remarquons les coefficients si différents du *Pélican*, *Balbuzard*, *Mouette, Hibou, Rousselle ;* cette différence s'accorde avec la différence de vol, tandis qu'une des formules de Harting plaçait tous ces animaux dans la même série. La formule (11) paraît donc plus naturelle, mais son coefficient cache un grand nombre de facteurs, tels que degré de courbure, oblong, nombre et amplitude de battements, consistance, etc. ; il n'est pas facile, faute de données précises, de démasquer entièrement ce coefficient. Je n'ai pas la prétention de trouver un coefficient *spécifique* du vol, mais on peut utiliser certaines de ces données pour comparer de plus près le système à battement et le système à rotation continue.

Dans le vol à l'essor et dans le vol sur place, les battements sont très amples et précipités; soit β le nombre de battements à la seconde, ω leur amplitude ou fraction de circonférence. On admet que l'abaissée dure un peu plus que la remontée; elle dure les $\frac{6}{11}$ du temps total du battement. La durée de l'abaissée sera donc $\frac{6}{11} \times \frac{1''}{\beta}$; pendant ce temps, elle fait une fraction de tour représentée par ω. Pendant une seconde, elle ferait, si n représente le nombre de tours :

$$n = \frac{11\ \omega\ \beta}{6}$$

La formule (11) devient :

$$(12)\quad P = \gamma \left(\frac{11\ \omega\ \beta}{6}\right)^2 L^4$$

Prenons comme un exemple le Goëland ; soit $\omega = 1/3$ et $\beta = 3$; si nous consultons le tableau nous voyons :

$$\gamma \left(\frac{1}{3} \times \frac{11}{6} \times 3\right)^2 = 6{,}2$$

$$\text{d'où } \gamma = 1{,}84$$

Si au lieu de 3 battements à la seconde, nous avions pris 3,5, chiffre constaté quelquefois à l'essor, on aurait $\gamma = 1.35$.

La formule de l'aile de Goëland en révolution autour d'un axe [1] est :

$$A = 0.7\ n^2 L^4$$

On voit donc que le battement fait plus que doubler la poussée dans ce cas particulier ; ce cas du reste n'est pas choisi pour favoriser l'aile battante ; car le plan de battement n'est pas horizontal, et la poussée R perpendiculaire à ce plan (l'analogue de A) n'est pas verticale ; elle fait un certain angle (i) avec la verticale, si bien que, dans l'équilibre au point fixe, je devrais dans les formules (11) et (12) remplacer P par la poussée réelle R. Celle-ci est naturellement $>$ P, puisque $P = R \cos i$; par conséquent, en écrivant $\gamma = 1.35$ ou 1.84, je mets des chiffres trop faibles pour représenter la poussée sur l'aile.

Avec la même amplitude, nous aurions :

	ω	β	γ
Pigeon	1/3	10	1,77
Libellule	1/3	28	0,44
»	1/6	»	1,6

---

[1] Voir *Zooptères*, p. 86. J'ai trouvé par l'expérimention $A = 0.044\ n^2 D^4$ pour les 2 ailes, et si on remplace D par 2 L, on $A = 0.7\ n^2 L^4$.

On pourrait aussi remplacer *n*, qui est le nombre de tours à la seconde par $l\ \beta\ \omega$, ω étant la fraction de tour décrit pendant la durée d'une abaissée, *l* le rapport de durée de l'abaissée à la montée. Les formules de comparaison auraient la forme $k\ \omega^2 L^4$; elles conduiraient à la même conclusion, à savoir que *k* est supérieur dans l'aile battante.

Le coefficient 0.4 est assez faible, mais j'ai souvent observé de face des *Æschna* volant presque au point fixe, avec une amplitude inférieure à 60°; si dans la formule 12 nous faisons $\omega = 1/6$ le coefficient devient 4 fois plus grand et se rapproche de celui du Pigeon.

Il serait oiseux de calculer γ pour les voiliers. Le battement chez les voiliers est une manœuvre secondaire; ce n'est pas pour eux qu'est faite la formule (12) : celle-ci suppose le vol ou point fixe, et ceux-ci en sont plus ou moins incapables. J'ai souvent observé des Buses et des Aigles traverser une vallée en donnant de temps en temps un battement; la réaction aérienne principale est donnée non par ce coup d'ailes, mais par la translation et la *force interne* du vent.

La formule empirique du battement demande pour être bien appliquée une connaissance précise de la longueur d'aile (ce qui est relativement facile), et surtout de l'amplitude et du nombre de battements à la seconde. On pourrait encore objecter que je néglige les réactions sur le corps même de l'oiseau, qu'un courant d'air peut balayer l'ovoïde central, et augmenter la sustentation; le coefficient γ ne serait donc pas caractéristique uniquement du battement des ailes. C'est vrai, mais je n'ai jamais eu l'idée de séparer l'aile de l'ovoïde ; la machine animale forme un bloc, et sa supériorité suppose l'union des divers organes. Il est probable que γ changerait, si on faisait battre une aile isolée, séparée du corps.

On pourrait pousser plus loin l'étude de γ. Les différences de γ d'un type à l'autre sont dues à la forme de l'aile. En ne tenant compte par exemple que de l'oblong et de la forme du contour, on peut exprimer la surface de l'aile par σL^2.

$\sigma =$ 0,3 chez le pigeon
0,2 chez la mouette et le goeland

La formule (12) deviendrait :

$$(13)\quad P = a\,\sigma\,(t\,\omega\,\beta)^2\,L^4$$

dans laquelle t exprime le rapport de durée de l'abaissement à la remontée de l'aile, et σ le *coefficient de surface*. Le coefficient (α) ne masquerait plus que le plus ou moins de concavité, d'ondulation, d'habileté, vivacité d'attaque, souplesse ; ce serait une sorte de *coefficient spécifique*. Remarquons toutefois que 2 ailes de

même σ peuvent avoir un contour de forme différente, avoir par exemple le maximum de largeur plus ou moins éloigné de la base, ce qui peut donner des réactions différentes.

Je n'ai pas mentionné l'*incidence de l'aile* sur son plan moyen de rotation ; pas plus que je ne l'ai fait pour la formule empirique des hélices zooptères. Le terme d'incidence ne signifie rien de précis pour une aile animale, et cependant on le fait constamment figurer dans la plupart des calculs sur le travail des ailes battantes. Le lecteur voudra bien considérer les diverses formules de cette étude comme une mise à point du problème et une revue des difficultés, plutôt qu'une solution définitive.

Quelques-uns des exemples choisis font entrevoir la supériorité de l'aile battante employée comme hélice. Les partisans de l'hélice ont le droit de proner leur système comme plus simple, mais non comme plus efficace et mieux adapté au problème de la navigation aérienne. Nous aurons occasion de revenir sur cette question en étudiant le travail dépensé dans les deux systèmes.

P. Amans.

Le Gérant : P. Houdayer.

Montpellier. — Imp. Coopérative Ouvrière, 14, Avenue de Toulouse.

Prix qui seront décernés

par l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier

En 1912

Prix Ricard

Mémoire sur un sujet d'histoire ou d'archéologie relatif au Bas-Languedoc (numismatique, épigraphie, histoire locale, histoire d'une institution, etc.) au choix des concurrents.

Valeur : *Trois cents francs.*

Prix Lichtenstein

Mémoire sur un sujet de zoologie relatif aux animaux (l'homme excepté) au choix des concurrents.

Valeur : *Trois cents francs.*

Sont exclus du concours, pour les deux prix ci-dessus, les ouvrages imprimés depuis plus de trois ans au moment du concours, et tout mémoire qui aurait été l'objet d'une récompense dans un concours antérieur.

Prix Alphonse Jaumes

Mémoire sur un sujet de médecine légale, au choix des concurrents.

Valeur : *Deux années d'intérêts d'une somme de 30.000 francs placée en rente sur l'Etat.*

Sont exclus du concours, pour le prix Alphonse Jaumes, les travaux ayant plus de quatre ans de date, ceux qui auront été présentés la même année ou qui auraient pris part antérieurement à d'autres concours. Les Mémoires doivent être écrits en français.

Pour les trois prix ci-dessus, les Mémoires manuscrits ou imprimés devront être déposés au Secrétariat de l'Académie avant le 31 décembre 1911.

En 1914

Prix Alphonse Jaumes

Mémoire sur un sujet de pathologie et de thérapeutique générales, au choix des concurrents.

Valeur : *Deux années d'intérêts d'une somme de 30.000 francs placée en rente sur l'Etat.*

Mêmes conditions que pour le prix de médecine légale (V. ci-dessus).

Les Mémoires manuscrits ou imprimés devront être déposés au Secrétariat de l'Académie avant le 31 décembre 1913.